

## KNOCHENSCHRAUBE MIT TANGENTIALER SCHNEIDKANTE

Die Erfindung bezieht sich auf eine Knochenschraube gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und auf eine Vorrichtung mit einer Knochenschraube gemäss dem Patentanspruch 12.

Vielfach sind die in der Osteosynthese eingesetzten Knochenschrauben mit selbstschneidenden Gewinden versehen, so dass während der Implantation der Knochenschraube das Gewinde im Knochen nicht durch den Chirurgen in einem separaten Arbeitsschritt nach dem Bohren durchgeführt werden muss. Bei den bekannten selbstschneidenden Knochenschrauben wird diese selbstschneidende Eigenschaft durch Nuten, welche am vorderen Ende der Knochenschraube parallel zur Längsachse der Knochenschraube angeordnet sind, erreicht. Andere Knochenschrauben sind mit selbstformenden Gewinden ausgestattet. Bei diesen selbstformenden Aussengewinden nimmt der Aussendurchmesser des Gewindes gegen das vordere Ende der Knochenschraube ab. Bei den selbstschneidenden wie bei den selbstformenden Aussengewinden wird die Tragkraft des Gewindes gegen das vordere Ende der Knochenschraube hin verringert.

Eine Knochenschraube mit selbstformendem Gewinde ist aus der US 5,061,135 PRITCHARD bekannt. Diese bekannte Knochenschraube weist ein Aussengewinde auf, dessen vordere, bei der Schraubenspitze liegende Gewindegänge eine gegen die Schraubenspitze abnehmende Profilhöhe aufweisen. Nachteilig an dieser Knochenschraube ist, dass die Knochenschraube an diesen, eine niedrigere Profilhöhe aufweisenden, vordersten Gewindegängen einen verringerten Halt besonders in osteoporotischen Knochen aufweist.

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Knochenschraube zu schaffen, deren vorderes Gewindeende eine tangentielle Schneidkante aufweist, so dass das Aussengewinde bis zum vordersten Gewindegang einen maximalen Halt gewährleistet. Diese konstante Tragkraft des Gewindes bis zum vorderen Ende der Knochenschraube ist vor allem bei der Anwendung der Knochenschraube im proximalen Femur zur Fixierung des Hüftgelenkkopfes vorteilhaft.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe mit einer Knochenschraube, welche die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist, sowie mit einer Vorrichtung mit einer Knochenschraube, welche die Merkmale des Anspruchs 12 umfasst.

Die durch die Erfindung erreichten Vorteile sind im wesentlichen darin zu sehen, dass dank der erfindungsgemässen Knochenschraube das Aussengewinde nur auf dem vordersten Gewindegang mit einem gegenüber der vorderen Gewindeflanke abgewinkelten Flankenstück versehen ist und daher das Gewindeprofil nur dort in seiner Breite geschwächt ist. Durch diese Ausgestaltung des vorderen Gewindeendes ist eine bessere Retention vor allem in der Spongiosa von osteoporotischen Knochen erreichbar. Dies ist vor allem für Knochenschrauben, welche an osteoporosen langen Knochen eingesetzt werden beispielsweise am osteoporosen proximalen Femur oder am osteoporosen proximalen Humerus, von wesentlicher Bedeutung.

Der Spitzenwinkel der tangentialen Schneidkante ist durch die Ausgestaltung des Winkels des Flankenstückes am vorderen Gewinde relativ zur Längsachse, beziehungsweise relativ zu dem Flankenwinkel des Gewindeprofils wählbar.

In der bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube beträgt der Winkel  $\alpha$  zwischen dem Flankenstück und der Längsachse der Knochenschraube zwischen 40° und 110°, typischerweise 80°.

In einer anderen Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube weist das Gewindeprofil eine konstante Profilhöhe auf, wodurch der Halt der Knochenschraube im Knochen weiter verbessert werden kann.

Die erfindungsgemässe Knochenschraube kann auch ein mehrgängiges, vorzugsweise ein zweigängiges Aussengewinde aufweisen.

In einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube weist das Aussengewinde eine Gewindesteigung  $x$  zwischen 1 mm und 7 mm, vorzugsweise zwischen 1,5 mm und 4,0 mm auf.

Bei wiederum einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube mit einem Aussengewinde, welches  $n$ -gängig ist, beträgt die Gewindesteigung  $X = n \cdot x$ .

In einer anderen Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube beträgt der Aussendurchmesser  $D_A$  des Aussengewindes zwischen 7 und 14 mm, vorzugsweise zwischen 10 mm und 14 mm. Typischerweise beträgt der Aussendurchmesser  $D_A = 12$  mm, so dass durch diese Ausgestaltung des Aussengewindes erreichbar ist, dass die Knochenschraube speziell in der Spongiosa eines Knochens verankerbar ist und sich als Kortikalisschraube nicht eignet.

In einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube beträgt die Profilhöhe  $H$  zwischen 0,5 mm und 5,0 mm, vorzugsweise zwischen 2,5 mm und 4,5 mm.

In wiederum einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube ist das Gewindeprofil mit einem Flankenwinkel  $\beta$  zwischen  $5^\circ$  und  $160^\circ$ , vorzugsweise zwischen  $60^\circ$  und  $90^\circ$  ausgestaltet. Dieser Flankenwinkel  $\beta$  kann auch in einer zur Längsachse parallelen Querschnittsfläche der Knochenschraube betrachtet über der Profilhöhe variabel sein.

In einer Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung umfasst diese eine Knochenschraube gemäss einer der oben aufgeführten Ausführungsformen und eine zur Längsachse der Knochenschraube koaxiale, hülsenförmige Knochenklinge mit einer Zentralbohrung. Das vordere Ende der Knochenschraube ragt koaxial über die Knochenklinge hinaus, so dass durch Drehen der Knochenschraube um ihre Längsachse die Knochenklinge in einen Knochen eingezogen wird. Dabei ist die Knochenschraube um ihre Längsachse rotierbar in der Zentralbohrung der Knochenklinge gelagert und axial mindestens gegen ein Herausziehen aus der Knochenklinge in Richtung des vorderen Endes gesichert. Der Vorteil dieser Vorrichtung liegt darin, dass die Knochenklinge nicht in den Knochen eingeschlagen werden muss, sondern mittels der Knochenschraube in den Knochen einziehbar ist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung und Weiterbildungen der Erfindung werden im folgenden anhand der teilweise schematischen Darstellungen mehrerer Ausführungsbeispiele noch näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht der bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube;

Fig. 2 eine Frontansicht der bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung;

Fig. 3 eine Seitenansicht einer anderen Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube;

Fig. 4 eine Frontansicht der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung;

Fig. 5 eine Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube;

Fig. 6 eine Ansicht einer Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube bei der Fixation eines Schenkelhalsbruches am proximalen Femur;

Fig. 7 einen Längsschnitt durch eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube; und

Fig. 8 eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung mit einer Knochenschraube.

In den Fig. 1 und 2 ist eine Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube 1 dargestellt. Die Knochenschraube 1 umfasst einen Gewindeschafft 15 mit einem Aussengewinde 3 mit der Gewindesteigung  $x$ . Am hinteren Ende 12 der Knochenschraube 1 sind koaxial zur Längsachse 2 Mittel 14 zur Aufnahme eines Schraubendrehers angebracht, welche hier beispielhaft als Innensechskant dargestellt sind. Am vorderen Ende 8 der Knochenschraube 1 ist diese orthogonal zur Längsachse 2 flach ausgebildet, wobei in der hier dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube 1 das vordere Gewindeende 4 des Aussengewindes 3 mit dem vorderen Ende 8 der Knochenschraube 1 zusammenfällt. Ferner umfasst das Aussengewinde 3 am vorderen Gewindeende 4 ein Flankenstück 9 (Fig. 2), welches gegenüber der gegen das vordere Ende 8 der Knochenschraube 1 gerichteten, vorderen Gewindeflanke 7 und gegenüber der hinteren Gewindeflanke 18 abgewinkelt ist. Dadurch wird auf dem vordersten Gewindegang am vorderen Gewindeende 4 eine tangentielle Schneidkante 5 gebildet. Das Flankenstück 9 schliesst mit der Längsachse 2 einen Winkel  $\alpha$  ein, welcher hier  $90^\circ$  beträgt. Das Gewindeprofil 11 weist eine Profilhöhe  $H$ , einen Flankenwinkel  $\beta$  und am Gewindekern 10 eine Breite  $B$  auf.

Die in den Fig. 3 und 4 dargestellte Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube 1 unterscheidet sich von der in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsform nur darin, dass das am vorderen Gewindeende 4 am Aussengewinde 3 angeordnete Flankenstück 9 mit der Längsachse 2 einen Winkel  $\alpha$  von  $85^\circ$  einschliesst.

Fig. 5 zeigt eine andere Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube 1. Die Knochenschraube 1 umfasst an ihrem vorderen Ende 8 eine Bohrspitze 6 und an ihrem hinteren Ende 12 einen Schraubenkopf 13. Die Bohrspitze 6 kann bis zum vorderen Gewindeende 4 des Aussengewindes 3 durchgehend ausgebildet sein. Am Schraubenkopf 13 sind parallel zur Längsachse 2 Mittel 14 zur Aufnahme eines Schraubendrehers angeordnet, welche hier beispielhaft als Innensechskant ausgebildet sein können.

In Fig. 6 ist die bevorzugte Ausführungsform der Knochenschraube 1 zusammen mit einem Marknagel 17 als Fixationsschraube im Falle eines Knochenbruches am proximalen Femur 16 dargestellt. Da das Gewindeprofil 11 (Fig. 1) aller Gewindegänge auf der gesamten Länge des Gewindeschafes 15 bis zum vorderen Gewindeende 4 konstante Abmessungen aufweist, sind Knochenschrauben 1 mit einem kurzen Gewindeschaf 15 einsetzbar, wobei diese wegen des nicht verkleinerten Gewindeprofils 11 (Fig. 1) am vorderen Ende 8 der Knochenschraube 1 einen besseren Halt in der Nähe des vorderen Endes 8 der Knochenschraube 1 bieten.

In Fig. 7 ist ein Längsschnitt parallel zur Längsachse 2 der Knochenschraube 1 gezeigt. Die hier dargestellte Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube 1 unterscheidet sich von den oben dargestellten Ausführungsformen nur darin, dass die vorderen und hinteren Gewindeflanken 7;18 in einem parallel zur Längsachse 2 der Knochenschraube 1 Querschnitt betrachtet keinen konstanten Flankenwinkel  $\beta$  aufweisen. Das Gewindeprofil 11 umfasst Gewindeflanken 7;18, welche an der Gewindespitze 19 einen Winkel  $\beta' = 0^\circ$  und am Gewindekern 10 einen Winkel  $\beta'' = 80^\circ$  aufweisen.

In Fig. 8 ist eine Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung dargestellt, welche im wesentlichen eine Knochenschraube 1 und eine zur Längsachse 2 der Knochenschraube 1 koaxiale, hülsenförmige Knochenklinge 21 mit einer Zentralbohrung umfasst. Die Knochenschraube 1 ragt mit ihrem vorderen Ende 8 und ihrem Aussengewinde 3 koaxial über das vordere Ende 22 der Knochenklinge 21 hinaus, so dass durch Drehen der Knochenschraube 1 um ihre Längsachse 2 die Knochenklinge 21 in einen Knochen eingezogen wird. Die Knochenschraube 1 ist um ihre Längsachse 2 rotierbar in der Zentralbohrung der Knochenklinge 21 gelagert und axial mindestens gegen ein Herausziehen aus der Knochenklinge 21 in Richtung des vorderen Endes 22 gesichert. Ferner ist die Knochenschraube 1 an ihrem hinteren Ende 12 (Fig. 1) mit Mitteln 14 zur Aufnahme eines Schraubendrehers ausgestaltet.

Patentansprüche

1. Knochenschraube (1) mit einer Längsachse (2) und einem Gewindeschäft (15), welcher ein Aussengewinde (3) mit einem Aussendurchmesser  $D_A$ , einem vorderen Gewindeende (4) und einem Gewindeprofil (11) umfasst, wobei das Gewindeprofil (11) eine gegen das vordere Gewindeende (4) gerichtete, vordere Gewindeflanke (7) und eine hintere Gewindeflanke (18) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass das Aussengewinde (3) am vorderen Gewindeende (4) ein Flankenstück (9) umfasst, welches gegenüber den Gewindeflanken (7;18) abgewinkelt ist, so dass dadurch am vorderen Gewindeende (4) eine tangentielle Schneidkante (5) gebildet wird.
2. Knochenschraube nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Flankenstück (9) mit der Längsachse (2) einen Winkel  $\alpha$  zwischen  $110^\circ$  und  $40^\circ$  einschliesst.
3. Knochenschraube nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel  $\alpha$  zwischen  $95^\circ$  und  $85^\circ$ , vorzugsweise zwischen  $91^\circ$  und  $88^\circ$  beträgt.
4. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Gewindeprofil (11) eine konstante Profilhöhe H aufweist.
5. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Aussengewinde (3) als mehrgängiges, vorzugsweise als zweigängiges Gewinde ausgestaltet ist.
6. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Aussengewinde (3) eine Gewindesteigung x zwischen 1 mm und 7 mm, vorzugsweise zwischen 1,5 mm und 4,0 mm aufweist.
7. Knochenschraube nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Aussengewinde (3) n-gängig ist und eine Gewindesteigung  $X = n * x$  aufweist.

8. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Aussendurchmesser  $D_A$  des Aussengewindes (3) zwischen 7 und 14 mm, vorzugsweise zwischen 10 mm und 14 mm beträgt.

9. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Profilhöhe  $H$  zwischen 0,5 mm und 5,0 mm, vorzugsweise zwischen 2,5 mm und 4,5 mm beträgt.

10. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Gewindeprofil (11) einen Flankenwinkel  $\beta$  zwischen  $5^\circ$  und  $160^\circ$ , vorzugsweise zwischen  $60^\circ$  und  $90^\circ$  aufweist.

11. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Gewindeprofil (11) in einer zur Längsachse (2) der Knochenschraube (1) parallelen Querschnittsfläche einen variablen Flankenwinkel  $\beta$  aufweist.

12. Vorrichtung mit einer Knochenschraube gemäss einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine zur Längsachse (2) der Knochenschraube (1) koaxiale, hülsenförmige Knochenklinge (21) mit einer Zentralbohrung umfasst, wobei das vordere Ende (8) der Knochenschraube (1) koaxial über die Knochenklinge (21) hinausragt und die Knochenschraube (1) in der Zentralbohrung um die Längsachse (2) rotierbar ist.